



Электронное научное издание  
«Ученые заметки ТОГУ»  
2016, Том 7, № 3, С. 117 – 122

Свидетельство  
Эл № ФС 77-39676 от 05.05.2010  
[http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/  
ejournal@pnu.edu.ru](http://pnu.edu.ru/ru/ejournal/about/ejournal@pnu.edu.ru)

УДК 568.9

© 2016 г. **И. Е. Еремин**, д-р техн. наук,  
**К. Г. Мишаченко**,  
**А. О. Мищенко**

(Амурский государственный университет, Благовещенск),  
**П. И. Пузанов**

(Министерство экономического развития Амурской области, Благовещенск)

## **РЕАЛИСТИЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ КАРТА МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ С ЭЛЕМЕНТАМИ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

В статье рассматривается технология реализации реалистичных электронных карт на основе низко-полигональных моделей зданий, размещающихся на поверхности модели ландшафта с нанесенным спутниковым снимком, выступающим в роли двухмерной привязки объектов и навигационной составляющей.

**Ключевые слова:** 3D-моделирование, реалистичная модель, объект инфраструктуры

**I. E. Eremin, K. G. Mishachenko, A. O. Mishenko, P. I. Puzanov**  
**REALISTIC ELECTRONIC CARD MUNICIPALITY  
WITH ELEMENTS URBAN INFRASTRUCTURE**

The article considers the technology a realistic implementation of electronic charts based on low-poly models of buildings that are place on the surface of the terrain models with satellite image applied, acting as a two-dimensional binding sites and the navigation component.

**Keywords:** 3D-modeling, realistic model, the infrastructure facility.

## Введение

Развитие информационных технологий стало причиной ежегодного порождения сотен терабайт информации в локальных и глобальных сетях. Внедряются различные механизмы для поиска нужной информации, однако эти средства эффективны тогда, когда пользователи имеют конкретную цель и понимают, какая информация как хранится. В остальных случаях помочь пользователю потенциально могут методы визуализации информации [1]. Потребность в реалистичном отображении окружающего мира увеличивает значимость трехмерного моделирования. 3D модели облегчают планирование, контроль и принятие решений во многих отраслях. Трехмерная фотореалистичная визуализация территорий методами компьютерной графики и создание муниципальных трехмерных ГИС способны изменить технологию и практику управления городом, городского планирования окружающей среды, разработки и ведения проектов.

Фотореалистичная визуализация городской территории требует больших усилий по сбору исходной информации, геометрическому и радиометрическому моделированию отдельных объектов и итоговой модели и сильно зависит от полноты и точности данных, представляющих ландшафт. Подходящей отправной точкой могут служить базовые данные, составляющие основу ГИС: цифровые модели рельефа (ЦМР), электронные карты. Однако, 3D моделей, возвышающихся над поверхностью земли объектов, таких как здания, деревья, ограждения, опоры ЛЭП и т.д., тем более с отображением их текстуры, еще не доступны в существующих ГИС-системах. Поэтому при создании фотореалистичной сцены необходимо отдельно формировать модели поверхности городской территории и трехмерных объектов, на ней расположенных [2].

В данной статье рассматриваются вопросы программной реализации и исследования реалистичных электронных карт муниципальных образований с помощью технологий трехмерного моделирования в рамках программно-графической среды Unity3D. В рамках исследований созданы программные образцы электронных карт различных городских объектов, кроме того, создан редактор формирования трехмерных карт, позволяющий оптимизировать процесс размещения моделей на карте.

## Технология реализации реалистичной модели городского пространства

Базовая трехмерная модель электронной карты включает в себя низкополигональные здания с реалистичной текстурой, спутниковый снимок территории и элементы окружения, включая деревья, дороги и прочие элементы, в зависимости от типа карты. Основу реалистичной карты местности городского пространства составляет спутниковые снимки, используемые в приложении Яндекс. Карты (<https://maps.yandex.ru>). Данные снимки обрабатываются в графическом редакторе Photoshop, разрезаются на квадраты и накладываются на соответствующие полигоны в среде разработки Unity3D. В итоге мы получаем топографическую основу в виде плоской – реалистичной карты местности, на которой будут размещаться 3D-модели зданий. Для повышения качества конечного продукта используется программа SAS, предназначенная для просмотра, поиска, навигации и загрузки картографических online-сервисов.

Основные объекты карты – трехмерные здания, моделирование которых осуществляется в редакторах Cinema 4D, Blender и им подобных. В ходе подготовки здания к моделированию собирается фотоматериал, отображающий исходные графические данные о масштабах и размерах здания. Главным условием создания модели здания

служит ее низкая полигональность (рис. 1), этим достигается высокая производительность 3D-карты, при достаточном качестве и наглядности моделей. Масштаб здания соблюдается благодаря использованию схематичной карты местности и метрики 3D-редактора. На основе собранных материалов и подготовленной модели создается реалистичная текстура, после чего модель готова для экспорта в среду Unity3D в формате FBX.

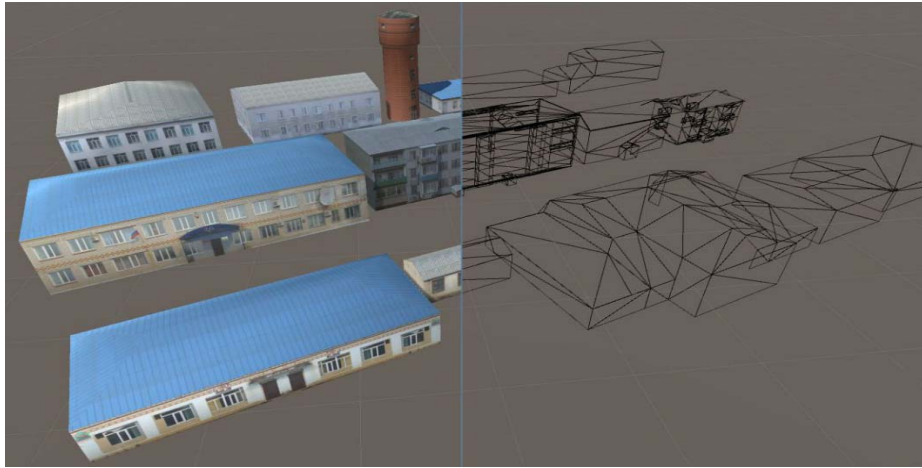


Рис. 1. Низко-полигональные реалистичные модели.

Завершающим этапом формирования реалистичной модели городского пространства выступает размещение зданий и объектов окружения на объекте рельефа местности. Кроме того, данный этап включает проверку масштаба объектов и тестирование приложения в различных режимах работы.

### Редактор формирования трехмерной карты

В рамках задачи формирования электронных карт возникает проблема высокой трудоемкости и временных затрат по размещению, подготовке и сверке масштабов моделей. Для её решения разработан редактор формирования трехмерных карт в рамках графического процессора Unity3D. Экранная форма редактора представлена на рис. 2.

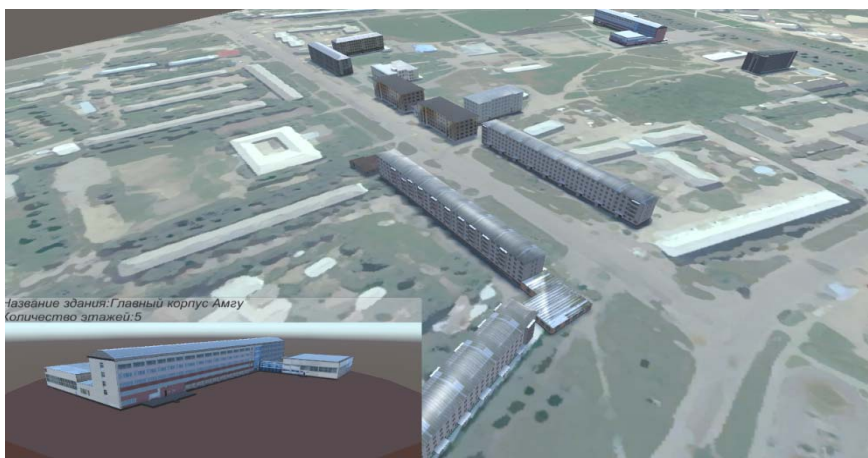


Рис. 2. Экранная форма редактора формирования трехмерной карты.

Основное преимущество использования редактора – оптимизация рутинных процессов, для этого доступ к созданию карты разбит на несколько уровней доступа: разработчик и редактор. Таким образом, процесс подготовки моделей для использования и непосредственно размещение моделей стали обособленными процессами, сохранение которых выполняется в различные файлы [5].

Работа редактора основана на использовании трехмерных моделей зданий и объектов с надстройками, в рамках редактора данные объекты именуются префабами (англ. Prefab). Префабы выбираются из слайдовой библиотеки и размещаются на поверхности рельефа с помощью пространственной системы навигации. Результирующая карта заполняется зданиями, дорогами и лесополосами, после чего сохраняется для дальнейшего использования. Слайдовая библиотека позволяет использовать однотипные здания и объекты множество раз, настраивая их по усмотрению пользователя редактора. Результат работы редактора представлен на рис. 3.



Рис. 3. Результат использования функционала редактора формирования трехмерной карты

Результирующая трехмерная электронная карта специализируется под решаемые задачи, причем переход от одной задачи к другой не занимает времени, ввиду присутствия системы клонирования основного функционала электронных карт [6].

### Создание модели элементов инфраструктуры

Информативность и функционал электронной карты расширяется за счет размещения элементов инфраструктуры: тепло- и электросетей, транспортных и информационных каналов. Важный аспект в моделировании таких объектов – соотношение масштабов зданий и элементов карты с объектами инфраструктуры. Для решения данной задачи используется ортографическая проекция электронной карты, как основа моделирования будущего объекта. Информация об элементах объекта хранится в базе данных, привязанной к приложению с помощью скриптов на языке C#.

Графическая подсистема электронной карты включает несколько слоев: спутниковый снимок и рельеф местности, водоемы и лесополосы, здания и объекты окружения, объекты инфраструктуры. За счет разделения объектов на группы мы можем комбинировать слои карты для выполнения различных задач визуализации.

В рамках исследований произведено послойное моделирование элементов теплосетей населенного пункта Новоалександровка, типовой эпюр которых представлен на рис. 4. В свою очередь, при моделировании объектов теплосети использовался типовой эпюр – как источник параметров элементов и ортографическая проекция электронной карты – как основа сверки конечного масштаба объектов теплосетей. И, наконец, результирующий продукт дополняется слоями объектов инфраструктуры и пользовательского интерфейса, связанного с базой данных теплосетей объекта (рис. 5). Таким образом, все элементы карты могут комбинироваться в различные сборки, что позволяет создавать специализированные и многофункциональные электронные карты рассматриваемых объектов.

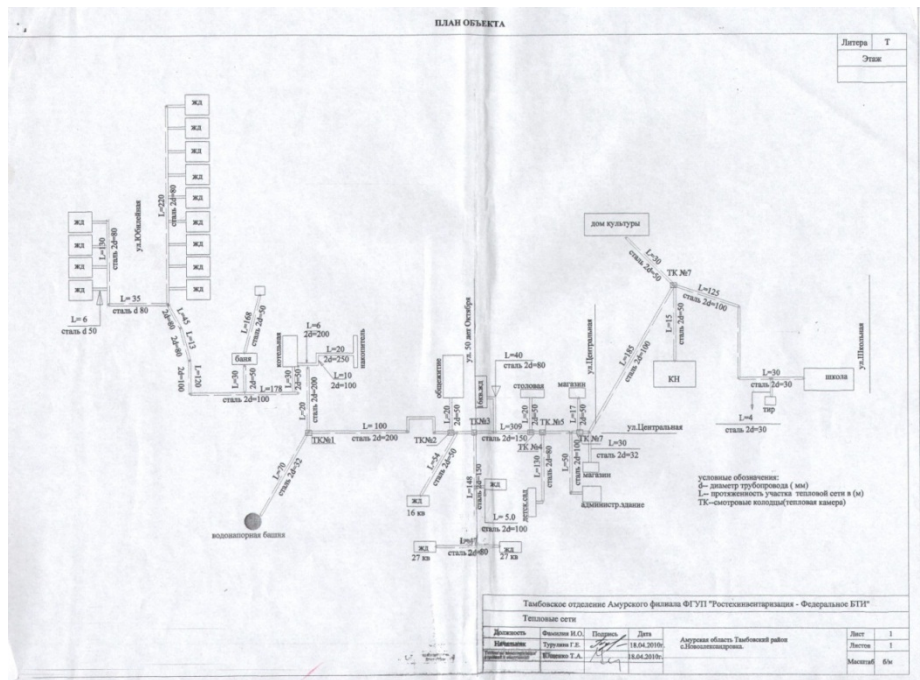


Рис. 4. Типовой эпюр тепловых сетей, проложенных на объекте

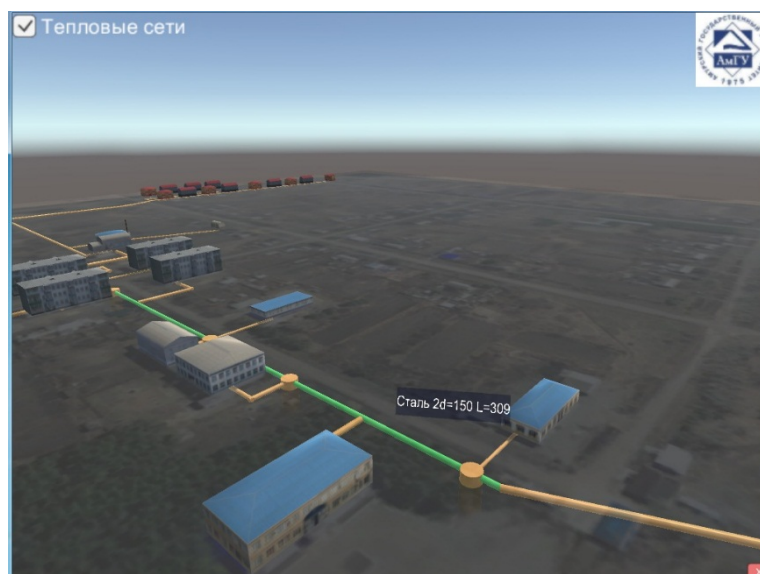


Рис. 5. Экранная форма электронной карты с элементами инфраструктуры.

## Заключение

На основе проведенного исследования мы можем сделать несколько выводов. Во-первых, для моделирования и внедрения в электронную карту объектов инфраструктуры достаточно иметь минимальный набор информации, включая ортографическую проекцию карты и типовой эшюр объекта. Во-вторых, возможна оптимизация процесса создания базовой трехмерной модели электронных карт при использовании разработанного редактора формирования трехмерной карты.

Таким образом, программа, реализующая процесс моделирования, формирования и надстройки электронных карт, может весьма рентабельно использоваться для создания многоплановой электронной карты муниципальных образований с элементами городской инфраструктуры [3-6].

## Список литературы

- [1] CardS.K., MackinlayJ.D., Shneiderman B. Readings in information visualization: using vision to think. – Morgan Kaufmann Publishers, 1999.
- [2] Кузнецов О.В., Леонов А.Л., Наумов С.В. ГИС в городском планировании и моделировании // ArcReview. – 2001. – № 3. – С. 12–20.
- [3] Коростылев Р.И., Еремин И.Е. Электронная карта с использованием реалистичных 3D-моделей зданий // Ученые заметки ТОГУ. – 2013. – Т. 4, № 3. – С. 67–71.
- [4] Еремин И.Е., Дубинин М.В., Мишаченко К.Г., Пузанов П.И. Реалистичная модель городского пространства // Ученые заметки ТОГУ. – 2014. – Т. 5, № 4. – С. 1379–1384.
- [5] Мишаченко К.Г., Дубинин М.В. Интерактивная имитационная модель городского пространства // «Молодежь XXI века: шаг в будущее»: мат. XVI регион. науч.-прак. конф. – Благовещенск: ООО «Буквица», 2015. – Т. 2. – С. 44–45.
- [6] Мишаченко К.Г. Разработка редактора для формирования натуралистичных ГИС // Молодежь XXI века: шаг в будущее: мат. XVII регион. науч.-прак. конф. – Благовещенск: БГПУ, 2016. – Т. 3. – С. 228–230.

*E-mail:*

*Еремин И.Е. – marinecops@mail.ru;*

*Мишаченко К.Г. – mishachenkokg@gmail.com;*

*Мищенко А.О. – sanshez249704@bk.ru.*